

## INNOVATION TECHNOLOGIQUE

Un synthétiseur vocal  
sur la bonne voie

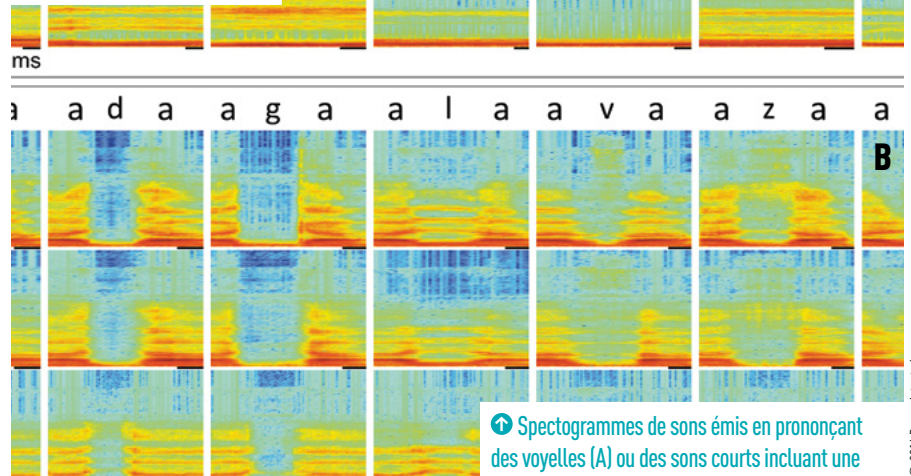
Grâce à des capteurs électromagnétiques et à un logiciel d'apprentissage, des chercheurs ont mis au point un synthétiseur vocal, qui pourrait redonner la voix à des personnes qui en sont privées, suite notamment à un cancer du larynx ou une paralysie. Prochaine étape : retranscrire directement en sons l'activité cérébrale qui contrôle la parole.

Pour redonner la parole à des personnes qui en sont privées, en raison notamment d'une ablation du larynx après un cancer, les dispositifs étudiés se sont longtemps appuyés sur l'image. « La retranscription des mouvements des lèvres s'effectuait à partir des enregistrements d'une caméra vidéo, placée face à la bouche, tandis que les déplacements de la langue étaient visualisés à l'aide d'un capteur à ultrasons, installé sous la mâchoire », explique Thomas Hueber, du laboratoire Grenoble image, parole, signal, automatique (GIPSA-lab). « Les signaux enregistrés étaient alors décodés par un logiciel informatique et convertis en voix de synthèse. » Cependant, malgré une longue phase de calibrage avec la voix réelle de l'utilisateur, « les systèmes antérieurs ne peuvent pas être utilisés sur une autre personne que celle sur laquelle ils ont été entraînés. » Un inconvénient majeur, qui disparaît avec le nouveau synthétiseur vocal mis au point en collaboration avec

Thomas Hueber : UMR 5216 CNRS - Université Grenoble-Alpes, GIPSA-lab

Blaise Yvert, Florent Bocquelet : unité 1205 Inserm - Université Grenoble-Alpes, Braintech Lab

F. Bocquelet et al. PLOS Computational Biology, 23 novembre 2016, doi : 10.1371/journal.pcbi.1005119



ⓘ Spectrogrammes de sons émis en prononçant des voyelles (A) ou des sons courts incluant une consonne (B). Les fréquences sonores de la voix réelle (en haut) sont proches de celles de la voix de synthèse optimale du synthétiseur vocal (au milieu) ou lorsqu'un utilisateur contrôle en temps réel ce synthétiseur en articulant silencieusement (en bas).

l'équipe de Blaise Yvert, du laboratoire Braintech Lab.

## De l'articulation silencieuse...

Dans ce dispositif innovant, neuf capteurs électromagnétiques, en forme de bille, sont posés et répartis sur la langue, le voile du palais, les lèvres et la mâchoire du sujet. Ce dernier se retrouve ainsi placé dans un champ électromagnétique. « Étant donné que les capteurs sont des microbobines aimantées, le moindre déplacement dans ce champ magnétique les amène à produire un courant électrique, dont l'intensité varie selon l'amplitude du mouvement », explique Florent Bocquelet, de l'équipe du laboratoire Braintech à Grenoble, qui a consacré une partie de sa thèse à l'élaboration du système. Ces variations électriques sont alors transmises à un boîtier, où elles sont analysées par un algorithme d'intelligence artificielle. « Après une phase de calibrage d'une à deux heures avec la voix d'un locuteur de référence, le réseau est capable d'associer automatiquement un mouvement articulaire à un son », ajoute le jeune chercheur. Autre avancée : ce nouveau synthétiseur peut reconstruire la parole en temps réel, au gré de l'articulation silencieuse de la bouche. Selon Thomas

Hueber, « l'utilisateur peut ainsi adapter son articulation en ajustant les mouvements de sa bouche, afin d'optimiser l'intelligibilité de la parole de synthèse », ce qui serait plus difficile à mettre en pratique en cas de transcription en différé. Si ce type de dispositif pourrait, à terme, aider des personnes à retrouver la parole, à partir d'une articulation silencieuse, il a surtout été développé dans le cadre d'un projet encore plus ambitieux, baptisé Brainspeak, récemment financé par l'Agence nationale de la recherche et l'Union européenne. « L'objectif est de développer une interface cerveau-machine, avec l'idée d'implanter des microélectrodes, directement au niveau de la zone du cerveau qui contrôle la parole », indique Blaise Yvert, à l'origine du projet. Les études suggèrent, en effet, que l'activité du cortex moteur, liée à la production de la parole, contrôle tout particulièrement l'articulation, notamment les mouvements des lèvres, de la langue et de la mâchoire. « Il s'agit désormais d'établir le lien entre cette

activité et les mouvements articulatoires ». Au final, le synthétiseur vocal serait utilisé, sans enregistrer les mouvements avec les capteurs, mais en retranscrivant directement en sons les signaux émis par le cortex.

### ...aux signaux du cerveau

Pour avancer sur ce projet et vérifier sa faisabilité, les chercheurs doivent, tout d'abord, analyser l'activité de cette région du cerveau. Ils espèrent, pour cela, obtenir des données, en collaboration avec le service de neurochirurgie du CHU de Grenoble, « à l'occasion d'ablations de tumeurs au cerveau, réalisées en chirurgie éveillée<sup>⚡</sup>, lorsque la zone de la parole est testée pour éviter de la léser. » Autre option possible : exploiter les données obtenues lors des examens menés chez des patients épileptiques, à partir des électrodes implantées plusieurs jours dans le cerveau pour identifier notamment les foyers de leurs crises. « Avec ces enregistrements, nous pourrions vérifier s'il est possible de distinguer les variations d'activité cérébrale, selon les divers mouvements articulatoires, précise Blaise Yvert. Nous espérons, par exemple, pouvoir prédire, avec suffisamment de précision, les mouvements de différentes parties de la langue, des lèvres, de la mâchoire ou encore du voile du palais, en décodant les signaux du cortex. » Pour cela, les chercheurs envisagent de placer des matrices de microélectrodes, en surface ou à l'intérieur du cortex. Espacées de quelques centaines de microns, celles-ci

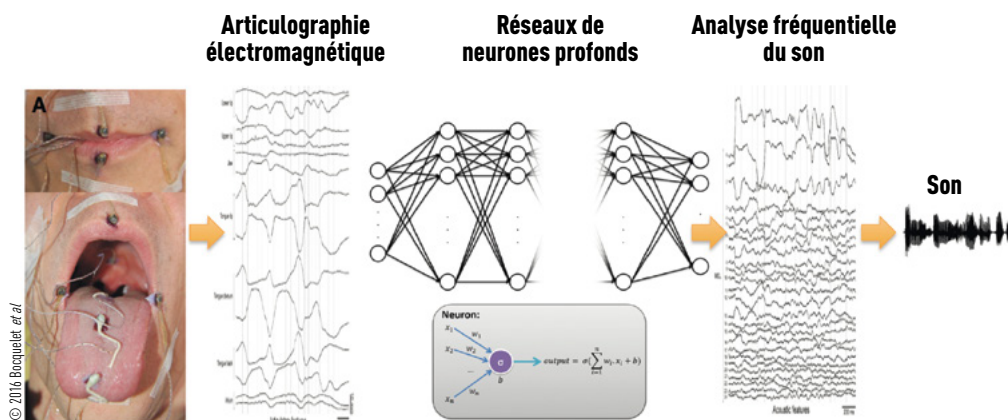
permettraient d'enregistrer avec précision l'activité neuronale des zones de la parole, « quasiment au niveau cellulaire », ajoute le chercheur. « Les électrodes seraient reliées à un dispositif externe basé sur le synthétiseur développé afin de restituer la parole en temps réel, au moment où la région cérébrale s'active pour prononcer des mots. Les signaux émis par le cerveau pour effectuer les mouvements articulatoires seraient alors directement transcrits en sons. » L'utilisation du dispositif pourrait ainsi être élargie aux patients totalement paralysés et aphasiques<sup>⚡</sup>. Comme dans le cas de maladies neurodégénératives ou du syndrome d'enfermement (locked-in syndrome), un état neurologique qui laisse la personne consciente, mais incapable de parler ou de bouger son corps, excepté les yeux et les paupières. Néanmoins, plusieurs années de recherche seront encore nécessaires à l'équipe du laboratoire Braintech Lab, afin de valider la faisabilité d'un tel dispositif et d'envisager de le proposer aux patients.

**Vincent Richeux**

<sup>⚡</sup>**Interface cerveau-machine.** Système de liaison directe entre un cerveau et un ordinateur, qui permet de communiquer avec son environnement sans passer par l'action des nerfs périphériques et des muscles.

<sup>⚡</sup>**Chirurgie éveillée.** Intervention sur des tumeurs ou des lésions cérébrales effectuée pendant que le patient exécute des tests cognitifs. Cette prise en charge vise à préserver les zones fonctionnelles du cerveau.

<sup>⚡</sup>**Aphasique.** Qui est privé de parole suite à une lésion cérébrale.



⚡ Au cours de l'articulation silencieuse, le moindre déplacement d'un capteur électromagnétique génère une impulsion électrique que le logiciel traduit en son, après calibrage sur un locuteur de référence.

## EN BREF

### Alzheimer

#### Projet Dynamo

Créer un modèle numérique de l'évolution du cerveau au cours de la maladie d'Alzheimer, c'est l'ambition des équipes de **Stanley Durrleman** et **Harald Hampel**, à l'Institut du cerveau et de la moelle épinière à Paris. Si certains marqueurs sanguins permettent d'identifier la maladie avant l'apparition des premiers signes cliniques, le diagnostic précoce reste difficile. C'est pourtant ce qui permettrait de traiter au mieux la maladie. En alliant neurosciences, médecine, mathématiques et informatiques, Dynamo (pour *Dynamic Models*) prévoit d'analyser par des modèles mathématiques dynamiques les données collectées auprès de milliers de personnes pour faire apparaître des biomarqueurs fiables. La construction de modèles prédictifs, auxquels comparer les données d'un patient, a pour but d'obtenir *in fine* un outil de médecine prédictive de précision. **J. C.**

**Stanley Durrleman, Harald Hampel :** unité 1127 Inserm/CNRS - Université Pierre-et-Marie-Curie

### Creutzfeldt-Jacob

#### Bientôt un test de dépistage sanguin ?

La variante de la maladie de Creutzfeldt-Jacob, comme la forme principale, est due à la présence d'un prion pathologique, capable de transmettre par simple contact son mauvais repliement au prion normal. C'est justement cette capacité que **Daisy Bougard** et **Joliette Coste**, de l'unité Inserm 1058 à Montpellier, ont exploitée pour mettre au point un test de dépistage sanguin. Une priorité dans les domaines de la transfusion sanguine et de la santé publique. **J. C.**

**Daisy Bougard, Joliette Coste :** unité 1058 Inserm/EFS - Université Montpellier 1, Pathogénèse et contrôle des infections chroniques

D. Bougard et al. *Sci Transl Med*, 21 décembre 2016, doi : 10.1126/scitranslmed.aag1257